

ルーバーフィルター型 AIP による高耐食性・高硬度テトラヘドラル DLC 膜の開発と高機能樹形加工への適用

評価技術課 氷見清和、加工技術課 柿内茂樹 富田正吾、生活工学研究所 水野渡*
株式会社北熱 嶋村公二、政誠一

1. 緒言

DLC (ダイヤモンドライクカーボン) と称されるアモルファス構造のカーボン膜は、低い摩擦係数(0.1)と高い塑性変形硬さ(30GPa 以上)によって切削工具や機械部品に適用されている。また最近では、AIP 法 (アーキオンプレATING) によって生成可能なテトラヘドラル DLC 膜が注目されているが、膜表面にドロップレットと呼ばれる突起物の生成が課題となっている。

本研究では、独自のルーバーフィルター型 AIP 装置によりテトラヘドラル DLC 膜表面の突起物の生成を抑制することを目指す。本手法にて成膜した平滑で高硬度なテトラヘドラル DLC 膜を切削工具へ適用することにより、CFRP 等の加工において高精度化および高能率化が期待できる。

2. ルーバーフィルター型 AIP 装置

AIP 法は、ターゲット材をアーク放電によって蒸気化し対象物の表面に膜を生成させる手法である。図 1 に、本装置の模式図を示す。本装置は、カーボンターゲット正面にルーバーフィルターを設置することにより、ドロップレットの原因となる直線移動する溶融カーボンをルーバー表面にトラップさせる。また、エネルギーが高いカーボンイオンはマイナス電位の基板に引き寄せられるためルーバーの隙間を通り抜け、表面欠陥が少なく sp^3 結合の多いテトラヘドラル DLC 膜の生成が期待できる。

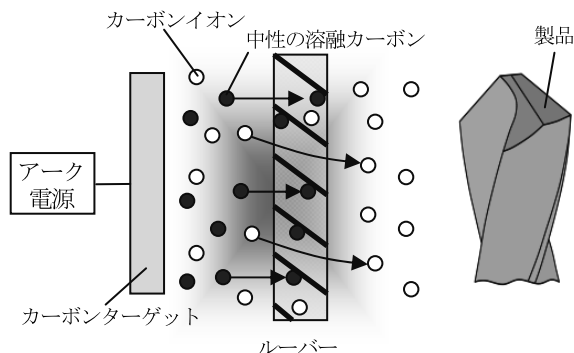


図 1 ルーバーフィルター型 AIP 装置の概要

3. 実験結果

ルーバーフィルターを用いずに作製した DLC 膜は、表面に直径 $0.5\mu\text{m}$ ~ $1.0\mu\text{m}$ 程度のドロップレットが多数生成された。一方、ルーバーフィルター型 AIP 装置により作製したテトラヘドラル DLC 膜の表面は、ドロップレットが直径 $0.5\mu\text{m}$ 以下に抑制され、良質な表面であった。

ルーバーの間隔を制御し、成膜速度の検討を行った結果、ルーバーの間隔が狭いほど成膜速度は低下する傾向であった。成膜速度が遅いと生産コストが上昇することから、今後、膜性能とコストのバランスで最適条件を見出す必要がある。

図 2 に、ルーバーフィルター DLC 膜を成膜した切削工具を示す。この切削工具を用いて、航空旅客機に採用されている CFRP (T800S) の切削性能試験を実施した。SEM 観察により CFRP の各繊維方向 ($-45^\circ, 0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$) における工具の摩耗幅を観察した。その結果、従来の DLC 膜と比較してルーバーフィルター DLC 膜は全体的に摩耗幅が小さく、耐摩耗性が高いことが分かった。ルーバーフィルター DLC 膜を成膜した切削工具は、CFRP の高精度な加工に大きく役立つものと考えられる。

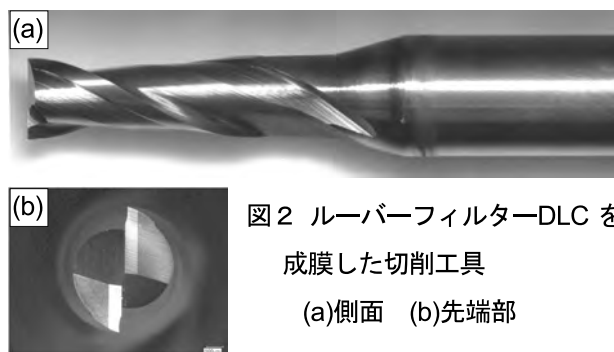


図 2 ルーバーフィルター DLC を成膜した切削工具
(a)側面 (b)先端部

4. 結言

ルーバー間隔を最適化して作製したルーバーフィルター DLC 膜は、高い硬さと良好な表面平滑性を示した。また、切削工具においても良好な耐摩耗性を示した。今後、ユーザーにおける評価を進める計画である。

*現 企画管理部